NOTICE

SUR

LES TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. CAGNIARD-LATOUR,

Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École des Ingénieurs-Géographes.



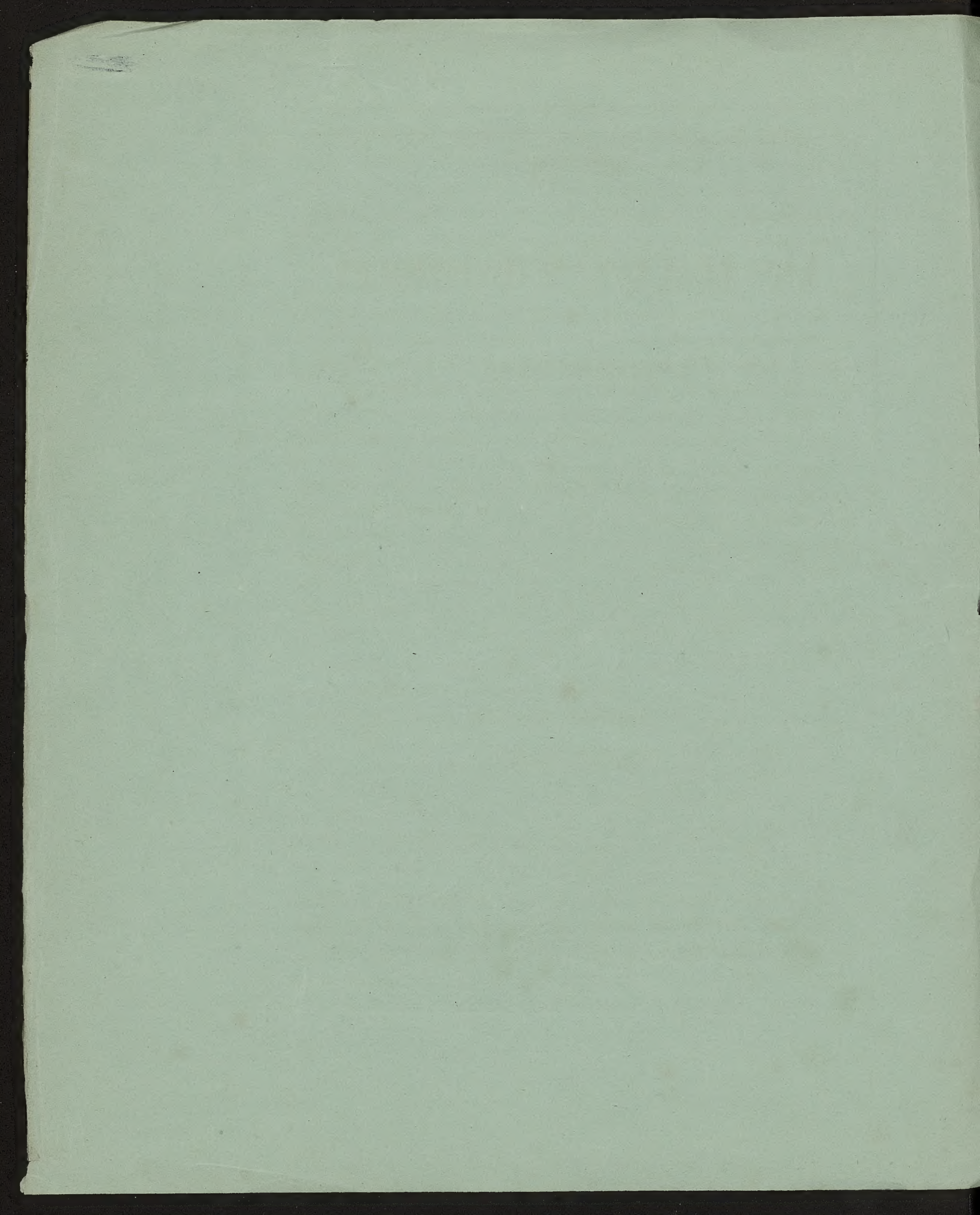
PARIS,

IMPRIMERIE DE BACHELIER,

Rue du Jardinet, 12.

—

1851





NOTICE

SUR

LES TRAVAUX SCIENTIFIQUES

DE

M. CAGNIARD-LATOUR,
Ancien élève de l'École Polytechnique et de l'École des Ingénieurs-Géographes.

D'après le but que M. Cagniard-Latour s'est proposé en publiant la présente *Notice,* il croit utile de rappeler qu'il a été présenté comme candidat à l'Académie des Sciences cinq fois déjà en seconde ligne, une fois par la Section de Mécanique, et quatre fois par la Section de Physique.

Les travaux dont il s'est occupé étant de natures assez diverses, pour éviter la confusion, il a divisé sa Notice en trois parties : première, Acoustique; deuxième, Mécanique; troisième, Chimie et Physique générale.

PREMIÈRE PARTIE.

ACOUSTIQUE.

1819. *Sirène. Appareil destiné à compter le nombre des vibrations d'un son donné.*

Il se compose essentiellement d'une boîte circulaire dont le couvercle est percé d'un certain nombre de trous près de la circonférence. Un plateau circulaire mobile sur un pivot porte des trous qui correspondent à ceux du couvercle inférieur; il est ajusté de façon à ce que

l'air ne puisse que difficilement passer entre les deux, sinon en sortant par les trous qui, se trouvant percés obliquement sur le plan des plateaux, et en sens inverse dans les deux pièces, permettent à l'air qui s'échappe de pousser par réaction le plateau mobile, de manière à lui imprimer un mouvement rotatoire plus ou moins rapide. L'axe de ce plateau est mis en communication avec un compteur destiné à indiquer le nombre de tours. Les trous sont disposés de telle façon, qu'ils se ferment et s'ouvrent tous à la fois par l'effet de la rotation. A chaque ouverture, l'air poussé dans la boîte par la bouche ou par une soufflerie, sort par les trous du couvercle, passe dans ceux du plateau, et, imprimant à celui-ci un mouvement rotatoire, amène les parties pleines du disque sur les trous du couvercle, qui, par là, sont bouchés. Puis, comme le plateau ne s'arrête pas immédiatement, il découvre de nouveau les ouvertures du couvercle, il les referme, et ainsi de suite, tant que de nouvel air, poussé dans la boîte, permet à l'instrument de se maintenir en mouvement. Le courant qui arrive dans ces alternatives de fermeture et d'ouverture des trous engendre des ondes condensées et des ondes dilatées dans l'air environnant, qui, se succédant avec plus ou moins de fréquence, donnent naissance à des sons plus ou moins aigus, et dont la valeur en vibrations peut être immédiatement estimée par la lecture des chiffres du compteur, en tenant compte du temps qui s'est écoulé pendant l'expérience. Lorsque la sirène est plongée dans l'eau et mise en mouvement par ce liquide, elle produit pour la même vitesse rotative du plateau mobile le même son que dans l'air.

Cet instrument fait maintenant partie de tous les cabinets de Physique, tant en France qu'à l'étranger. (*Le Lycée,* journal des Sciences et des Sociétés savantes, 2 octobre 1831. — Rapport du Jury central sur les produits de l'Industrie française, Exposition de 1819, page 231. — *Annales de Chimie et de Physique,* tome XII, page 167, et tome XVIII, page 438.

« La sirène de M. C.-L., dit M. Dulong, m'a paru ne laisser rien à » désirer. Quand on s'est familiarisé avec cet instrument, la précision

» de son indication est presque illimitée. La sirène dont je me sers
» habituellement porte un disque mobile assez épais pour conser-
» ver une vitesse invariable pendant les intermittences très-courtes
» du courant qui la fait parler. Une soufflerie d'un orgue de Grenié,
» qui permet d'augmenter à volonté la vitesse du courant en ap-
» puyant plus ou moins sur une pédale, sert à entretenir le mouve-
» ment du plateau, à un degré tel, que le ton de la sirène se main-
» tienne à l'unisson de celui que l'on veut évaluer : pour des sons
» purs et forts, l'oreille est sensible à de très-petites différences, et
» en soutenant pendant 4 minutes au moins, comme je l'ai toujours
» fait, le mouvement du plateau, si l'unisson est d'ailleurs bien ob-
» servé, on voit que les seules erreurs que l'on puisse commettre en
» engrenant la roue du compteur, ou en l'arrêtant, se trouvent ré-
» parties sur un intervalle aussi grand qu'on le veut, de manière à
» s'affaiblir de plus en plus, d'après un principe analogue à celui de
» la répétition des angles. » (DULONG, *Mémoire sur la Chaleur spécifique des fluides élastiques*. Annales de Chimie et de Physique, 2e série, tome XLI, page 136.)

Sirène prisonnière.

(L'Institut, 1837, pages 313 et 331.)

1838. *Sur les sirènes diverses.*

(L'Institut, 1838, pages 47 et 422.)

1839. *Sirène complexe à séries ondulées.*

(L'Institut, 1839, page 60.)

1841. *Influence d'une cavité buccale métallique sur les sirènes.*

(L'Institut, 1841, page 119.)

Sur une sirène à plateau épais.

(L'Institut, 1841, pages 402 et 414.)

1842. *Sirènes à deux sons simultanés.*

(L'Institut, 1842, page 179.)

1827. *Marteau musical.*

(Le Globe, Recueil philosophique et littéraire, 1827, page 444.)

Petit marteau mis en mouvemeut par la rotation excentrique de l'axe d'un moulinet à ailes obliques mû par le souffle de la bouche et qui va frapper alternativement, par des chocs très-rapprochés, les deux branches parallèles du support de la machine. Dans cet appareil, le son aérien du moulinet s'entend tout seul, mais celui du marteau n'est très-sensible que lorsqu'on appuie l'appareil sur une table d'harmonie, et alors le son aérien disparaît en grande partie, dominé par le son grave du marteau. A l'aide de cet instrument on imite, d'une manière très-approchée, les sons d'une corde vibrante, surtout dans les tons graves.

1829. *Mémoire sur le sifflement de la bouche.*

(Lu à l'Académie des Sciences, 30 mars 1829. — Journal de Physiologie de M. Magendie, nos 1 et 2, janvier et avril 1830.)

Dans ce Mémoire, l'auteur a cherché à démontrer que, dans l'acte du sifflement, les lèvres agissent comme une ouverture tubulaire plus ou moins allongée, qu'un courant d'air sortant des poumons ou y entrant traverse avec une certaine vitesse et en frottant les parois de ce conduit par intermittence. Un carreau de vitre résonnant sous l'action d'un doigt mouillé, offre un exemple de vibrations communiquées par un frottement intermittent. Dans ce dernier cas, c'est le corps frotté qui vibre; dans le premier, c'est le corps frottant, c'est-à-dire l'air qui se trouve agité. A l'appui de cette théorie, M. Cagniard a fait voir que, dans un tube de verre fermé des deux bouts et presque rempli d'eau, on voit, lorsqu'on le renverse, que la colonne d'air, pendant son mouvement d'ascension, est enveloppée de stries transversales

formées par la couche mince du liquide ruisselant entre les parois du tube et celles de la colonne aérienne. Cette expérience a été faite depuis la présentation du Mémoire. (L'*Institut*, n° 883, 14 novembre 1850.)

L'auteur a prouvé en outre, par des expériences rapportées dans son Mémoire, que le son du sifflement est dû principalement aux vibrations de l'air contenu dans la cavité buccale. La bouche, la trachée et les poumons exercent une certaine influence sur les vibrations du conduit siffleur. La vibration des lèvres n'est pas une condition nécessaire à la production du phénomène, comme on le prouve en remplaçant l'orifice buccal par une rondelle métallique percée d'un trou circulaire.

M. Magendie, à l'occasion du sifflement de la bouche, dit, dans son *Précis élémentaire de Physiologie :* « C'est aux expériences de » M. Cagniard-Latour que nous devons d'en connaître la théorie. » (Voyez *Précis élémentaire de Physiologie,* tome I, 3e édition, page 343.)

M. Muller dit aussi : « La théorie de M. Cagniard-Latour, sur le » sifflement avec la bouche, me semble parfaitement exacte. » (Muller, *Physiologie du système nerveux,* tome II, 3e édition, traduite de l'allemand par A.-J.-L. Jourdan, 1840, page 183.)

1831. *De l'effet sonore produit par les corps solides qui tournent avec une grande vitesse.*

(Le Lycée, Journal des Sciences et des Sociétés savantes, 1831, page 34; l'Institut, 1842, page 274. — Académie des Sciences, Comptes rendus, 10 février 1851, page 168.)

Le son d'axe naît des chocs de celui-ci contre les points d'appui et qui engendrent un son dont les vibrations sonores sont en nombre égal à celui des révolutions du corps tournant. Cet effet provient de ce que le corps tournant, si bien exécuté qu'on le suppose, est ordinairement, peut-être même toujours, plus pesant d'un côté de son axe que de l'autre d'une quantité quelconque.

Avec une toupie en cire aussi homogène que possible, et avec une autre toupie pareille dont on avait détruit l'homogénéité à l'aide d'une petite masse de plomb incrustée dans la cire, M. Cagniard a prouvé

la vérité de cette théorie du son d'excentricité que l'on avait voulu mettre en doute. La première toupie ne produisait de bourdonnement ni dans l'air, ni sur un tapis velouté, tandis que la seconde en produisait dans les deux cas.

Fronde musicale.

(Le Lycée, 1831, page 34.)

Petite planche en bois ou en fer-blanc, plus longue que large, attachée par l'un des bouts à une ficelle au moyen de laquelle on fait tourner la planchette comme une fronde. Entre la ficelle et la planchette se trouve un petit mécanisme qui permet à celle-ci de tourner continûment autour de la ligne médiane qui la traverse suivant sa longueur. Cet appareil donne un son provenant de ce que, pendant chacune de ses révolutions, la planchette vibre momentanément dès qu'elle se trouve dans le plan de mouvement. En substituant à la planchette des corps prismatiques approchant de plus en plus de la forme cylindrique, on entend le son diminuer successivement jusqu'à extinction complète. Le son de la fronde musicale se compose d'un nombre de vibrations égal au double du nombre de tours faits par la fronde.

Sirène-fronde.

Instrument fondé sur le même principe que la sirène proprement dite, et consistant en un tuyau prismatique portant dans son intérieur une lame mobile sur un axe qui la partage par le milieu, et pouvant boucher presque exactement l'ouverture du tuyau. En soufflant dans cet appareil, la lame se met en mouvement de rotation, et continue à se mouvoir dans le même sens du mouvement une fois commencé, que l'on aspire ou que l'on inspire l'air. Si l'on adapte deux petites saillies à l'intérieur du tuyau, de manière que l'ouverture et la fermeture du tuyau se fassent plus brusquement, le son que l'on obtient est criard et plus intense.

Nouvelle théorie des cordes sonores.

(*Voyez* un article de M. Cournot, sur cette théorie, dans le Lycée de 1831, pages 132 et 135. — L'Institut, 1838, pages 389. — 1839, page 152. — 1840, pages 346 et 409.)

Les corps solides peuvent être partagés en corps *mous, rigides* et *flexibles;* les mous ne peuvent jamais être ni rigides ni flexibles, mais les rigides peuvent devenir flexibles, lorsque l'une des dimensions de ces corps vient à diminuer. Les corps sont composés d'atomes fort petits et très-éloignés les uns des autres, qui ne peuvent jamais se toucher, mais seulement approcher plus ou moins selon les forces qui les mettent en mouvement. Lorsqu'on ébranle un corps rigide, ses molécules se mettent en oscillation, et ce mouvement intérieur se manifeste au dehors par des vibrations pareilles excitées dans le milieu ambiant, qui les transmet à l'oreille. Le son que l'on a dans ce cas est appelé, par M. Cagniard-Latour, *son solidien.* Mais si le corps est flexible, et si, l'ayant écarté de sa position d'équilibre, il tend à y revenir avec toute sa masse; il se produit alors une agitation dans l'air environnant, qui peut, sous certaines conditions, engendrer un son perceptible, son que M. Cagniard-Latour appelle *aérien.* Les corps rigides mus rapidement peuvent aussi produire un son aérien, et l'air qui choque contre un corps en repos l'engendre aussi fréquemment. La corde sonore ne donnerait pas de son ou bien ne donnerait qu'un bourdonnement à peine appréciable, selon M. Cagniard-Latour, si elle ne faisait qu'ébranler l'air par le mouvement d'ensemble de toutes ses parties; le son qu'elle donne est un son *solidien* et provient du frémissement de toutes ses molécules.

La correspondance entre le son produit par une corde et le nombre d'oscillations qu'elle fait, bien que le son ne soit pas produit par celle-ci, vient de ce qu'un corps qui rend un son *solidien,* agité dans l'air, fait entendre une série de *battements* correspondants au nombre des agitations du corps, en sorte que si ces agitations deviennent assez rapides, les battements se lient, en donnant naissance à un son musical

appréciable et en rapport avec le nombre d'oscillations du corps, dans un espace de temps donné.

1833. *Mémoire sur la résonnance des liquides, et une nouvelle espèce de vibration que l'auteur a nommée* VIBRATION GLOBULAIRE.

(Annales de Chimie et de Physique, 2e série, tome LVI, pages 252 et 280. — L'Institut, 1833, pages 40 et 144. — 1834, page 71. — 1836, page 245. — 1837, page 199. — 1839, page 161. — 1840, page 42.)

En faisant vibrer longitudinalement des tubes en verre contenant de l'eau, ouverts ou fermés, privés d'air ou soumis à l'action de ce fluide, M. Cagniard-Latour s'aperçut que des intervalles vides très-apparents se manifestaient dans la masse vibrante, que si elle contenait du gaz, celui-ci se détachait du liquide et montait à la surface; que si, au contraire, il n'y avait plus sensiblement de fluide gazeux, les bulles qui apparaissaient étaient plus petites et ne quittaient pas la place où elles venaient de se former. Dans le premier cas, le son était plus faible que dans le second. Ces vibrations particulières aux liquides, et qui se manifestaient à l'œil par des disjonctions dans la masse ébranlée, ont été nommées par l'auteur *vibrations globulaires,* et comparées à celles que les molécules des corps solides exécutent en pareille circonstance.

Dans ce même Mémoire se trouve la pipette sifflante, à l'aide de laquelle M. Cagniard-Latour fait produire à une colonne d'eau des sons analogues à ceux de la flûte. Ce *son hydraulique,* dont il a entretenu l'Académie le 12 décembre 1831, passe, pendant l'expérience, par différents degrés d'acuité ou de gravité.

Un tube de 22 pouces de longueur et 4 $\frac{1}{2}$ lignes de diamètre, ne présentant à la partie plongée dans l'eau qu'une petite embouchure circulaire, fournit des sons chromatiques compris entre le *ré* de 1180 et le *si* de 2000 vibrations par seconde; une pompe à jet continu, adaptée à ce même tube, a permis d'obtenir un *fa* soutenu de 2688 vibrations, dont le timbre a paru ressembler à celui de l'harmonica.

L'alcool à 36 degrés, l'acide sulfurique, le chlorure de calcium,

l'acide chlorhydrique, le mercure, contenus dans un tube éprouvette frotté longitudinalement, ont produit aussi des sons distincts, mais d'un autre timbre.

Certains liquides, comme l'acide sulfurique, présentent quelque difficulté et ont une tendance à octavier. (*Voyez*, outre le Mémoire des *Annales de Chimie et de Physique*, 1834, le *Lycée*, 15 décembre 1831, page 124.)

Dans les expériences avec la sirène dans l'eau, le liquide entrait évidemment en vibrations, et le son était déterminé par la vitesse rotative du plateau. Dans les expériences dont il est ici question, c'était la colonne liquide qui vibrait et qui rendait les sons propres à sa longueur, lesquels ont l'analogie la plus intime avec les sons de flûte, tandis que les sons produits par une sirène tournant dans l'eau sont plus rapprochés des sons d'anche, sons que M. Cagniard-Latour a obtenus directement, en employant l'eau à faire vibrer des anches ordinaires convenablement construites, telles que des anches de haut-bois, de clarinette et des anches libres. (*Voyez* le Mémoire dont nous parlons, page 2.)

M. Cagniard-Latour rapporte dans ce Mémoire qu'en faisant bouillir les liquides dans les marteaux d'eau, il a observé que le point d'ébullition devenait de plus en plus élevé pour une même substance, au fur et à mesure qu'on lui enlevait les gaz tenus en dissolution. M. Donny a étudié plus tard ce même phénomène en lui donnant plus de développement.

L'eau presque bouillante vibre avec plus de facilité que l'eau froide. (Août 1839, l'*Institut*, page 281.)

Il n'y a pas de doute possible, relativement à la priorité en faveur de M. Cagniard-Latour pour la production des sons hydrauliques.

1836. *Expériences sur la voix humaine.*

L'Institut, 1836, pages 180, 192.—1837, pages 13, 45, 253, 394, 411.—1838, pages 17, 32, 80, 162, 178, 232, 260, 283.—1839, pages 105, 152, 302, 317, 402, 421, 435. —1840, pages 42, 143, 177, 201, 248, 307, 425.—1841, pages 82, 100, 171, 303.— 1842, pages 293, 311.—1843, pages 93, 122, 144, 165, 233.—1844, page 116.— 1845, page 24.—1846, pages 106 et 107.)

M. Cagniard-Latour est porté, par ses expériences, à regarder le

larynx comme un instrument à anches, dans lequel l'air mis en vibration par le frottement contre les lèvres inférieures de la glotte viendrait choquer les lèvres supérieures et y formerait des sons plus intenses qu'il n'aurait pu donner en y arrivant directement. Les ventricules qui sont entre les lèvres supérieure et inférieure ont une influence très-prononcée sur le timbre particulier que la voix humaine peut prendre. Le fond de l'arrière-bouche, qui peut se contracter et se dilater entre certaines limites, et la cavité buccale exercent aussi une action toute spéciale sur les sons que l'on émet, et font de la voix de l'homme un instrument à part, bien distinct de tous les autres instruments. Par des essais sur des individus vivants ayant des ouvertures à la trachée, M. Cagniard a pu reconnaître la valeur en atmosphères de la pression exercée par les poumons dans l'acte de l'émission de la voix, et, par des essais semblables dans le cas d'insufflation dans des instruments à vent, M. Cagniard a pu donner en nombres la pression exercée aussi dans ce dernier cas. L'étude de la résonnance des glottes, soit membraneuses, soit à élasticité de torsion, a montré que, pour qu'il y ait un son de produit avec une certaine rondeur et avec une certaine facilité, il faut que les deux lèvres de la glotte aient, en général, une tension différente.

A propos des expériences sur la voix humaine avec des larynx artificiels, M. Magendie écrivait :

« M. Cagniard-Latour a fait construire un petit appareil, véritable » larynx artificiel, où deux lames minces de gomme élastique, ten- » dues à l'extrémité d'un tube évasé, se touchent par l'un de leurs » bords; quand on souffle doucement dans le tube, il se produit » un mouvement d'anche semblable à celui du larynx, et conséquem- » ment un son qui a beaucoup d'analogie avec la voix. Mais ce qu'il » aurait été difficile de prévoir, pour que le son soit pur et qu'il se » forme aisément, les lames doivent être inégalement tendues; par » exemple, les sons qu'elles rendent isolément sont-ils à la quinte l'un » de l'autre, alors le son commun est la tierce. » (*Précis élémentaire de Physiologie,* par F. Magendie, membre de l'Institut, 3e édition,

tome Ier, page 292, août 1833; *voyez* aussi Muller, t. II, page 33, 3e édition.)

1837. *Effets du recuit et de la trempe sur le son produit par les solides.*

(L'Institut, 1837, page 179.)

En étudiant ces effets, l'auteur a reconnu que les vibrations longitudinales d'un fil d'acier trempé sont plus graves que celles d'un fil de même longueur non trempé : le métal des cymbales et le fer donnent des résultats analogues; le son transversal d'un barreau d'acier trempé devient plus aigu par le recuit, comme il arrive pour le métal des cymbales trempées. Les vibrations longitudinales d'un fil de fer écroui donnent le même son que celles d'un fil de fer recuit de même longueur; le laiton et l'argent sont dans le même cas. La sonorité d'un barreau de cuivre écroui s'atténue beaucoup par le recuit; l'argent et le zinc présentent un résultat contraire.

Sur l'action de l'eau dans la production du son par l'air.

(L'Institut, 1837, page 112.)

Des observations faites sur des puits contenant de l'eau ou n'en contenant pas, sur des voûtes de pont avec ou sans eau, sur des silos mouillés ou non, conduisent l'auteur à admettre que la surface lisse et polie de l'eau doit avoir une certaine action sur l'accroissement de l'intensité du son produit par les vibrations des colonnes d'air.

1841. *Appareil pour tracer les vibrations d'un diapason.*

(L'Institut, 1841, pages 119, 231 et 171.)

Cet appareil se compose essentiellement d'une lame de verre recouverte de noir de fumée qui passe rapidement devant un diapason en vibration, dont une branche, portant une pointe, trace sur l'enduit noir ses différentes positions aux divers moments du trajet de la lame mobile. Ce tracé, examiné au microscope, offre des zigzags d'une ré-

gularité remarquable, et qui montrent à l'évidence l'existence de vibrations secondaires plus multipliées qui accompagnent les vibrations principales. Plus tard, M. Wertheim, dans son beau travail sur l'élasticité des corps solides, employa la même méthode avec un succès complet pour l'étude des vibrations excitées dans des diapasons ou des barreaux de différentes substances.

M. Duhamel avait déjà employé un procédé analogue pour tracer les vibrations principales d'une plaque vibrante. (*Voyez* le journal l'*Institut*, 1840, n° 318, page 41.)

DEUXIÈME PARTIE.

MÉCANIQUE.

1809. *Nouvelle machine à feu.*

(Bulletin de la Société d'Encouragement, tome XXXIII, pages 389-394, *Pl.* 601. — Exposé relatif à la vis soufflante, connue maintenant dans les arts sous le nom de *Cagniardelle*, lu à l'Académie des Sciences le 26 mai 1834, par M. Cagniard-Latour, avec une planche. — Rapport fait à l'Institut de France, l'an 1809, sur l'invention d'une nouvelle machine à feu, présentée par M. Cagniard-Latour. — Rapport du Jury central sur les produits de l'Industrie française; exposition de 1819, page 231. — L'Institut, journal, 1834, pages 174 et 403.)

Elle fonctionne à l'aide d'une vis d'Archimède tournant en sens contraire à celui des spires, et faisant pénétrer, par ce moyen, un courant d'air dans de l'eau chaude où l'air, en se dilatant, acquiert une force ascensionnelle capable de donner le mouvement à une roue à augets qui se trouve en face du trou de sortie du fluide élastique. En substituant le mercure à l'eau et celle-ci à l'air, M. Cagniard-Latour a fait de sa machine une véritable pompe à eau.

Cette vis d'Archimède immergée (nommée Cagniardelle par les industriels) fut employée aussi comme soufflet, et pour enfoncer les gaz dans des liquides, à la céruserie de Clichy.

M. Carnot dit dans le Rapport sur cette invention, fait en son nom et au nom de MM. Charles, Prony et Mongolfier : « La machine de » M. Cagniard nous a paru renfermer plusieurs idées nouvelles et in- » génieuses. L'application en a été dirigée par une bonne théorie et » par la connaissance approfondie des véritables lois de la physique. » Elle nous a paru aussi pouvoir être utile, dans nombre de circon- » stances, à la pratique des arts. »

Cette machine a été mentionnée au concours des prix décennaux. (*Voyez* le *Moniteur* du temps.)

M. Hachette en parle dans son *Traité des Machines*, 1re édition.

Dans un discours de M. Arago, prononcé à la Chambre en 1844, on trouve ces expressions relatives à la vis soufflante :

« Tout le monde sait que la vis d'Archimède sert aux épuisements ; » les ingénieurs l'emploient dans ce but. Deux mille ans s'écoulent, et » l'un de nos compatriotes avise que la même machine qui sert à éle- » ver l'eau, peut être employée pour faire descendre du gaz, et qu'il » suffit pour cela de la faire tourner, sans y rien changer, en sens » contraire ou de droite à gauche ; cette application est importante. » Il arrive très-souvent, en effet, qu'on a besoin de purifier de grands » volumes de gaz, de les débarrasser d'une foule de substances étran- » gères. La vis d'Archimède sert alors à les porter au fond d'une pro- » fonde couche d'eau. Le gaz se purifie en remontant. Certes, il y » avait là invention brevetable. » (*Voyez* la Loi sur les brevets d'invention, promulguée le 8 juillet 1844. — *Précis,* par M. Vidal, page 56.)

1810. *Machine hydraulique.*

(Rapport fait à l'Institut de France, le 17 décembre 1810, sur l'invention d'une machine hydraulique, présentée par M. Cagniard-Latour.)

Elle est composée d'une roue à palettes tournant horizontalement dans l'eau, dans laquelle elle est entièrement plongée. Cette roue, embassée dans une enveloppe qui la ferme en haut et en bas, est évidée au centre et permet à l'eau, qui a frappé les palettes d'amont, d'aller heurter celles d'aval.

Une Commission, composée de MM. Charles, Perrier, et Carnot rapporteur, approuva cette invention en l'appelant : « le résultat » d'une idée ingénieuse et qui peut devenir susceptible d'autres appli- » cations. »

1814. *Moulin à blé portatif.*

(Rapport concernant les expériences qui ont été faites, d'après les ordres de l'Empereur, sur un nouveau moulin à blé, inventé par M. Cagniard-Latour, adressé au Ministre de l'Intérieur, par M. le lieutenant général comte Morand. — C'est dans cette circonstance que l'Empereur nomma M. Cagniard-Latour chevalier de la Légion d'honneur.)

Il consiste en une râpe d'acier qui se meut, d'un mouvement vertical alternatif, entre deux râpes fixes. Le blé, engagé entre les râpes, est moulu en très-peu de temps, en tout lieu, et l'on a, par cette machine, un produit double de celui que l'on obtient, à poids égal, avec les moulins portatifs ordinaires. (Extrait du Rapport.)

Ce moulin était destiné à moudre le blé dans les camps. Ne pesant que 7 livres, il pouvait moudre, en une heure, 7 livres de blé, tandis que les autres ne pouvaient moudre que la moitié.

M. le lieutenant général comte Morand fit sur cette machine, au nom d'une Commission, un rapport très-favorable dont les conclusions étaient que : « Le procédé de M. C.-Latour réunissait, plus que tous » autres présentés jusqu'à ce jour, les conditions exigées pour les » moulins portatifs d'armée. »

Cette machine a été rappelée dans l'analyse des travaux de la classe de 1814.

C'est à l'occasion de cette invention que M. Cagniard-Latour recevait de M. Carnot la lettre ci-jointe (1), par laquelle on l'invitait à ré-

---

(1) *A* M. Cagniard-Latour, *auditeur au conseil d'État.*

Sa Majesté, Monsieur, à qui j'ai fait part de l'invention que vous avez faite, d'une nouvelle machine à moudre le blé, désire qu'elle lui soit présentée demain, à 3 heures de l'après-midi, en son Palais de l'Élysée; Sa Majesté m'a chargé de vous en prévenir, et de vous

péter ses expériences devant l'Empereur, et, peu de temps après, l'autre lettre (1), qui lui annonçait sa nomination au grade de chevalier de la Légion d'honneur, en récompense de services rendus. Nous reproduisons ici d'autant plus volontiers ces documents, qu'ils sont de la main d'un homme dont l'Académie a conservé la mémoire.

1810. *Pompe à mercure, dans laquelle les frottements des pistons sont évités par la substitution du mercure aux cuirs et aux étoupes ordinairement employés.*

Il a été fait, à l'Institut, le 12 mars 1810, un Rapport favorable sur cette machine. Mais l'auteur déclare que, depuis cette dernière époque, il a appris que Désaguillers avait déjà eu cette idée.

---

inviter à vous y trouver, pour lui donner les explications nécessaires. Je vous invite aussi à en venir conférer avec moi, aujourd'hui à la même heure, au Ministère de l'Intérieur.

Agréez, Monsieur, l'assurance de mon estime,

(2 mai 1815.)

Signé : CARNOT.

(1) *Le Ministre de l'Intérieur, comte de l'Empire, à M.* Cagniard-Latour, *auditeur au conseil d'État.*

Monsieur, j'ai rendu compte à l'Empereur des résultats satisfaisants de l'expérience qui a été faite sur votre moulin à bras ; j'ai entretenu en même temps Sa Majesté des services que vous avez rendus à l'industrie et à l'humanité (*).

J'ai beaucoup de plaisir à vous annoncer que, sur ma proposition, Sa Majesté vient de vous nommer chevalier de la Légion d'honneur.

Agréez, Monsieur, l'assurance de ma parfaite considération,

(6 juin 1815.)

Signé : CARNOT.

(*) J'avais été assez heureux pour sauver la vie au nommé Jouvet, qui, se baignant dans la Seine, avait été entraîné par le courant et se noyait.

1818. *Canon-Pompe.*

Machine à vapeur dans laquelle l'eau est élevée, sans piston, par des bouffées successives de vapeur d'eau, qui déterminent l'ascension d'un volume d'eau à peu près égal au volume de la vapeur employée à une hauteur de 8 mètres environ.

M. Costaz, rapporteur du Jury central de l'Exposition de 1819, pense que la vapeur est employée d'une manière nouvelle à faire le vide et à élever l'eau.

1815. *Pompe hydraulique à tige filiforme.*

Dans cette pompe, la tige du piston est remplacée par un fil métallique de quelques millimètres de diamètre, qui, traversant la pompe de haut en bas, sort par les deux bouts de la pompe, et va s'attacher à un châssis, semblable à celui des scies, destiné à lui imprimer un mouvement ascensionnel alternatif. Les frottements contre les boîtes à étoupes se trouvent, de cette manière, énormément diminués; ce qui donne un avantage marqué à cette pompe sur les pompes ordinaires, à tige roide et épaisse.

L'auteur ne cite cette machine qu'à cause du produit avantageux qu'elle lui a paru donner depuis un grand nombre d'années qu'il en fait usage.

1821. *Méthode nouvelle du débourbage des minerais de cuivre.*

(Bulletin de la Société d'Encouragement, n° 261. Description d'un nouveau système de lavage et de débourbage des minerais de cuivre, avec une planche. — Extrait du Rapport de M. Thibaut, directeur des mines de Saint-Bel et de Chessy.)

Appliquée aux mines de Chessy, cette méthode permit d'en accroître considérablement le produit, sans en augmenter la dépense, et valut à son auteur un rapport très-flatteur de la part de M. Thibaut, directeur des mêmes mines.

Une espèce de tonneau ou crible horizontal, à ouvertures longitudinales de quelques lignes de largeur, rempli du minerai, tourne sur

son axe, étant plongé dans l'eau, de façon à dépouiller entièrement le minerai du sable et de l'argile qui l'accompagnent; le gravier qui tombe du crible est ramassé par une grille suspendue au-dessous, et agité par de petites secousses qui permettent aux matières très-ténues de s'en aller dans l'eau, qui les charrie, tandis que les petits fragments du minerai restent sur la grille, et peuvent être soumis aux opérations successives du traitement métallurgique.

Nota. La grille a été ajoutée à cet appareil par M. Thibaut lui-même.

1823. *La Ronfleuse.*

C'est une espèce de sirène à tuyaux dans laquelle un courant continu de vapeur détermine une ascension pareillement continue d'eau liquide. MM. Prony, Molard et Dupin, qui ont vu fonctionner cette petite machine, en ont trouvé l'idée nouvelle et curieuse.

1827. *Dilatation d'un fil tendu.*

(Annales de Chimie et de Physique, 2e série, tome XXXVI, page 384.)

Un fil métallique de 2 mètres de long et de 1 millimètre de diamètre environ, plongé sur une longueur de 6 millimètres dans l'eau contenue dans un tube en verre d'un très-petit diamètre, y déplaçait le liquide pour une hauteur de 5 millimètres; le fil était contenu dans un tube plus large, haut de 2 mètres, rempli d'eau et permettant la sortie du fil à la partie inférieure par un bouchon qui en fermait l'ouverture. L'extrémité inférieure du fil était fixée à la monture même de l'appareil; l'extrémité supérieure pouvait se tendre à volonté, moyennant une cheville sur laquelle elle s'enroulait, et à laquelle on pouvait imprimer un mouvement de rotation. En allongeant le fil de façon à ce qu'il en sortît une longueur de 6 millimètres au-dessus du petit tube, l'abaissement de la colonne d'eau n'a plus été que de $2\frac{1}{4}$ à $2\frac{1}{2}$ millimètres au lieu de 5.

L'expérience a été répétée ensuite avec un appareil dans lequel le fil élastique, lors de son extension, ne pouvait pas entraîner sensiblement d'eau avec lui, et le résultat a montré aussi que le fil, par cette extension, éprouvait une diminution de densité. Dans cet appareil, le grand tube portait, vers son sommet, une tubulure latérale, à laquelle était ajusté le tube capillaire, et l'orifice de ce même grand tube était fermé par un bouchon à travers lequel passait l'extrémité supérieure du fil élastique. — M. Poisson, ayant traité par l'analyse la question de l'extension des fils et des plaques élastiques, est parvenu à la même conclusion que M. Cagniard-Latour, dont il cite l'expérience, qu'il trouve représentée en tous points par ses formules théoriques.

1836. *Sur l'évaluation du frottement dans les machines d'acoustique.*

(L'Institut, 1836, page 435.)

D'après M. Cagniard-Latour, dans les petits instruments la surface ne serait pas un élément sans action sur la valeur des frottements, ce qui est prouvé par la plus grande difficulté que l'on éprouve à faire tourner les plaques des sirènes-frondes, quand elles sont traversées par un axe diamétral, que lorsqu'elles sont simplement suspendues par deux pivots aux extrémités. Il se borne à citer un résultat que lui a constamment présenté l'expérience.

1837. *Machine à étudier le vol des oiseaux.*

(L'Institut, 1837, page 88. — 1839, page 238.)

M. Cagniard-Latour, en 1837, ayant observé qu'un pigeon biset, au moment de ses stations dans un air calme, faisait entendre moyennement huit battements par seconde, l'oiseau pesant 250 grammes, imagina de construire une machine composée de huit paires d'ailes semblables aux ailes développées d'un pigeon, et agissant à peu près de même sur l'air : l'abaissement de chaque paire s'effectuait en un huitième de seconde, le relèvement en sept huitièmes, ce qui diminuait de beaucoup la résistance de l'air dans ce dernier cas ; l'abaissement était opéré par

un ressort dont la tension avait lieu pendant le relèvement; celui-ci était produit par un cylindre tournant hérissé de cammes spirales, disposées à peu près comme les cammes d'un cylindre qui remonte successivement les pilons d'un bocard. La machine, fixée à l'extrémité du fléau d'une balance, peut être mise en mouvement à l'aide d'un poids attaché à un cordeau qui, après avoir passé sur une poulie, va s'enrouler sur le cylindre à cammes. A l'autre extrémité du fléau, un poids faisait équilibre au poids de la machine, et l'on proportionnait le poids moteur de telle façon que l'on obtînt, avec huit battements des ailes par seconde, une force ascensionnelle de 250 grammes. La masse du poids moteur et sa vitesse de descente auraient donné exactement la valeur de la force dépensée par le pigeon biset dans son vol pendant qu'il ne cherche qu'à détruire l'action de sa pesanteur.

Dans une autre machine qui est une modification de celle-ci, il est parvenu, par le battement de ces huit paires d'ailes, à obtenir une force ascensionnelle continue de 100 grammes.

Peson chronométrique.

(Académie des Sciences, 12 juin 1837. — L'Institut, 1837, page 189. — 1838, pages 47 et 449. — 1839, page 217.)

Le peson chronométrique de M. Cagniard-Latour, est un peson à ressort ordinaire, dont la tige mobile porte un appendice à fourche embrassant une lame d'acier droite et élastique à la partie inférieure de laquelle se trouve suspendu un balancier de chronomètre. De cette manière, toutes les fois que le peson est soumis à une traction, le curseur descend, sa fourche raccourcit l'étendue de la lame élastique du balancier, augmente la vitesse d'oscillation de ce dernier et permet de reconnaître sur le cadran, préalablement gradué, qu'elle est la force qu'on a appliquée au peson. L'avantage de cet appareil est surtout très-sensible pour l'évaluation des efforts d'une machine en mouvement, car la marche du chronomètre donne exactement la moyenne des tractions que l'instrument a subies pendant l'épreuve.

Une courbe de correction, calculée d'avance, permet de rendre

dans cet instrument les augmentations de vitesse du chronomètre proportionnelles aux accroissements du poids qui tend le peson.

TROISIÈME PARTIE.

CHIMIE ET PHYSIQUE GÉNÉRALE.

1822. *Expériences sur la compressibilité des vapeurs.*

(L'Institut, 1834, page 430. — Annales de Chimie et de Physique, tome XXI, pages 127 et 178; tome XXII, page 410, et tome XXIII, page 267. — Rapport fait à l'Institut de France, le 27 octobre 1823. — Et pour les travaux de Faraday : *Annal. of Phil. new brics,* vol. V, et Annales de Chimie et de Physique, 3ᵉ série, tome XXII, page 323.)

Ces expériences ont été faites dans des tubes en verre de quelques millimètres de diamètre et d'une épaisseur convenable, fermés à l'une de leurs extrémités et scellés hermétiquement à l'autre extrémité, après y avoir introduit la liqueur sur laquelle on voulait expérimenter. Les tubes, dans cet état, étaient placés sur un réchaud de charbon où ils acquéraient une température assez élevée pour vaporiser la liqueur contenue sous des pressions très-grandes, qu'une modification aux appareils a permis de mesurer, et que l'on a trouvées être de beaucoup supérieures à celles qu'on aurait cru pouvoir être supportées par les tubes, mais inférieures de beaucoup aussi à celles que la théorie aurait assignées aux vapeurs placées dans ces conditions.

Par ces moyens, M. Cagniard-Latour a pu vaporiser l'éther dans un espace moindre que le double du volume occupé par le liquide, et l'eau dans un espace à peu près quadruple. L'alcool, le sulfure de carbone et d'autres substances ont été soumis aux mêmes épreuves, et l'auteur en a exposé les résultats dans un Mémoire où il indique aussi l'action exercée par ces liqueurs, surchauffées, sur quelques corps

solides et notablement sur le soufre, le phosphore, le charbon, le diamant et le chlorate de potasse.

MM. Vauquelin, Ampère et Dulong firent à l'Académie, en 1823, un Rapport favorable sur ce travail.

Les expériences de M. Faraday, faites postérieurement, ont peut-être fait ressortir l'importance de ce travail.

Dans ces expériences, M. Cagniard-Latour a remarqué que l'eau, portée à une très-haute température et sous une pression très-forte, attaque le verre et en trouble la transparence.

En 1834, Turner a publié un Mémoire sur l'action de la vapeur d'eau à haute pression sur les silicates. On voit facilement que ce n'est qu'une suite donnée aux observations de M. Cagniard-Latour.

1835. *Découverte d'un végétal confervoïde de nouvelle espèce.*

(Annales des Sciences naturelles, juillet 1835, page 1, et page 4 pour la note de M. Turpin.)

Ce végétal, qui prend naissance lorsqu'on met en contact de l'eau potable avec de l'air contenant de la vapeur d'acide acétique, se présente sous la forme d'une substance floconneuse, blanche d'abord, verte ensuite et presque noire, qui se trouve être composée de filaments très-ténus, confervoïdes, sans cloison, incolores, et dont les plus avancés, d'un diamètre plus considérable, sont rameux et colorés. Cette conferve est armée de rameaux pointus comme un végétal épineux. M. Turpin ayant examiné ce végétal, a cru pouvoir le considérer comme une espèce nouvelle des *Chætophora Lyng,* et l'a nommée : *Chætophora Cagniardii,* « par reconnaissance pour le physicien qui avait bien voulu lui communiquer cette intéressante végétation. »

1837. *Sur les larmes bataviques.*

(L'Institut, 1837, page 289.)

L'auteur a soumis les larmes bataviques à divers essais, afin de reconnaître quel était le groupement moléculaire dans ces curieuses

productions de l'art du verrier. Il a constaté que le brisement des larmes, lorsqu'on casse la queue, ne tient pas à la cessation de continuité dans l'enveloppe extérieure, mais principalement aux vibrations déterminées dans la masse par la rupture brusque de cette partie de la larme. Il a reconnu que le verre des larmes est bien plus élastique et plus tenace que le verre détrempé, et que les fragments des larmes sont toujours d'une densité plus grande que la larme elle-même, qu'elle soit ou non recuite.

Sur la fermentation vineuse.

(Annales de Chimie et de Physique, 2e série, tome LXVIII, page 206. — L'Institut, 1835 page 133. — 1837, page 73. — 1838, pages 143, 407, 439. — Rapport de M. Turpin, page 143. — L'Institut, 1839, page 200.)

Ce travail, qui embrasse bon nombre de Mémoires successivement présentés à l'Académie des Sciences et à la Société philomathique, a eu pour résultat de fixer l'opinion des chimistes et des naturalistes sur la nature des substances capables de produire la fermentation vineuse dans les liquides qui sont propres à l'éprouver.

Si l'on en excepte Leuwenhoek, qui du reste n'avait rien découvert de remarquable, personne, avant M. Cagniard-Latour, n'avait examiné au microscope la levûre employée aux fermentations, et n'avait pu, par conséquent, en connaître la nature. M. Cagniard-Latour, l'ayant examinée à différentes époques du travail de la vinification, a pu s'assurer que la levûre n'était autre qu'un amas de petits globules organisés, qui se développaient dans le moût et y augmentaient en nombre fort rapidement jusqu'à la complète vinification du liquide; que ces globules étaient de véritables végétaux.

Un Rapport sur ce travail de la fermentation vineuse a été présenté à l'Académie, par M. Turpin, en son nom et au nom de MM. Thenard et Becquerel, le 23 juillet 1838. Les conclusions de ce Rapport ont été très-favorables à M. Cagniard-Latour, et l'insertion du Mémoire, dans le *Recueil des Savants étrangers*, a été votée par l'Académie.

Les Commissaires avaient vérifié l'exactitude des observations de M. Cagniard-Latour. M. Turpin a lu ensuite à l'Académie un travail

sur le même sujet. Une observation récente de M. Regnault ajoute une nouvelle confirmation au travail de M. Cagniard-Latour. Un globule de levûre, entouré de moût de bière, en présente 30 au bout de trois jours. (Voyez *Cours élémentaire de Chimie,* 1848, tome IV, page 179.)

1838. *Carbonisation des substances végétales.*

(L'Institut, 1838, page 163.— 1850, pages 214, 253.— Comptes rendus de l'Académie des Sciences, séance du 25 février 1851.)

Des bois verts ou secs, introduits dans des tubes en verre fermés hermétiquement, ont donné, par l'action d'une chaleur qui n'excédait pas 350 degrés, des résultats très-différents, mais qui, tous, tendent à démontrer que la jeunesse de la plante, ou la présence de l'eau, sont nécessaires pour la transformation de la fibre ligneuse en goudron. En employant des bois différents, ou le même bois plus ou moins humecté, on peut avoir des produits qui ressemblent aux différents genres de charbons de terre, depuis le bitume presque pur, jusqu'à la houille la plus sèche.

Cette action de l'eau à une haute température, et sous une très-forte pression, pour transformer les ligneux, est un fait entièrement nouveau et qui pourra peut-être servir aux géologues pour l'explication des faits qui ont rapport à la formation de la houille et de celle de l'asphalte.

Endosmose gazeuse.

(L'Institut, 1838, page 294.)

M. Cagniard-Latour a observé, le premier, l'endosmose gazeuse de l'hydrogène à l'air à travers des vessies en caoutchouc. C'est à cette propriété endosmosique qu'est due l'impossibilité où l'on est de demeurer longtemps dans les airs avec des ballons composés de substances organiques.

1847. *Expériences sur le charbon.*

(Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, du 12 juillet 1847.—L'Institut, 1847, n°s 706 et 708.)

M. Cagniard-Latour avait tenté ces expériences dans l'espoir de

faire cristalliser le charbon. Il dirigeait, dans cette vue, un courant d'oxygène à l'aide de la petite pompe à double effet, citée dans la présente Notice, page 16, sur du menu charbon de chêne, auquel il avait ajouté un peu de sable siliceux. Le tout était renfermé dans un fourneau à réverbère couché. Il espérait ainsi dissoudre du charbon par l'acide silicique et chasser ce dernier par la forte chaleur d fourneau, aidée du courant gazeux (1).

Quoique le succès n'ait pas été tel que M. Cagniard-Latour le désirait, il a rapporté les résultats de l'expérience qui lui ont paru avoir de l'intérêt.

Les produits sont des petits globules magnétiques très-durs au point de faire blanchir les limes les mieux trempées : ces globules sont composés de fer, de traces de manganèse et de silicium ;

Des globules plus gros non magnétiques, enduits d'une couche de graphite, qui contiennent beaucoup d'alumine et de chaux, un peu de soufre et des traces de manganèse ;

Des grains peu magnétiques et qui paraissent être du phosphure de fer ;

Enfin des lamelles microscopiques, très-minces, blanches, transparentes, obtenues par l'action de l'hydrate de potasse en fusion sur les scories.

En résumé, M. Cagniard-Latour croit que ses principaux titres sont :

L'invention de la sirène, page 1 ;

La production des sons musicaux par les colonnes liquides, page 8 ;

---

(1) On sait, depuis plus de trente ans, qu'il se sublime dans certaines parties des hauts fourneaux, des aiguilles brillantes qui, d'après une analyse faite par le célèbre Vauquelin, sont formées de silice presque pure (*Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, tome XIII). L'auteur se souvient d'avoir entendu M. Boussingault, dans une séance de la Société philomathique, en 1839, faire remarquer, au sujet des observations alors récentes de M. Gaudin, que l'on peut attribuer à la condensation de vapeurs siliceuses, la formation des cristaux isolés parfaitement terminés de quartz hyalin, qui remplissent des cavités dans la syénite porphyrique de la province d'Antioquia (Nouvelle-Grenade).

La vis d'Archimède transformée en machine soufflante, page 12;

Réduction des liquides en vapeur dans des petits espaces, page 20;

Végétation du ferment, page 22.

La théorie du sifflement de la bouche, page 4;

L'attention fixée sur le son d'axe et l'explication de ce phénomène, page 5;

Expériences sur la voix humaine, page 9;

Méthode nouvelle pour le débourbage des minerais de cuivre, page 16;

Dilatation d'un fil élastique par l'extension, page 17.

Paris, février 1851.

PARIS. — IMPRIMERIE DE BACHELIER,
rue du Jardinet, n° 12.

PARIS. — IMPRIMERIE DE BACHELIER,
RUE DU JARDINET, 12.